

УДК 681.5

А. Г. Долганов
(A. G. Dolganov)
УрФУ, Екатеринбург
(UrFU, Yekaterinburg)

**ОБЩИЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ
РОБОТОВ В ЛЕСНОЙ ИНДУСТРИИ**
(GENERAL DESIGN SOLUTIONS FOR APPLICATION
OF ROBOTS IN THE FOREST INDUSTRY)

Рассмотрены общие решения проектной задачи по определению направлений применения роботов и робототехнических устройств в лесной индустрии. Проектные решения учитывают требования национального стандарта к терминам и определениям в робототехнике.

The article considers general solutions of the design problem which include determining the directions of using robots and robotic devices in the forest industry. Design solutions meet the National Standard requirements for the terms and definitions in robotics.

В настоящее время наблюдается существенный рост исследований в области робототехники и искусственного интеллекта [1–3]. Во многих отраслях экономики, в том числе в лесной индустрии, возникает необходимость принятия системных проектных решений по применению роботов и робототехнических устройств (РТУ). Общие проектные решения позволяют определить основные направления применения роботов в лесопромышленном производстве. При принятии проектных решений необходимо учитывать требования национального стандарта к определению робототехнических понятий [4, 5], разработанного ФГАНУ «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» на основе международного стандарта, подготовленного техническим комитетом 299 «Робототехника» ИСО «Системы автоматизации производства и их интеграция». Стандарт систематизирует, классифицирует и определяет границы применения терминов робототехники.

Необходимость применения роботов и РТУ в лесной отрасли обосновывается, как и во многих других отраслях, ростом дефицита трудовых ресурсов из-за общей неблагоприятной демографической ситуации в стране, а также тяжёлыми и вредными условиями труда. По мнению д-ра техн. наук проф. Лозовецкого В. В., несмотря на то, что «в современных транспортно-технологических машинах лесного комплекса (харвестерах и форвардерах)... широко применяются роботизированные комплексы и манипуляторы..., заменяя и облегчая труд человека и одновременно повышая

производительность труда», в лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности промышленные роботы и робототехнические комплексы (РБК) «пока не получили широкого применения, хотя с самого начала механизации процессов заготовки и переработки древесины машины и технологическое оборудование, участвующие в них, были конструктивно готовы и в то же время требовали роботизации...» [2].

В настоящее время основную долю предприятий лесопромышленного комплекса по объему производства составляют малые и средние предприятия, в которых внедрение технических средств полной автоматизации технологических процессов экономически нецелесообразно. Поэтому требуются универсальные автоматы, которые могут быть применены локально, на отдельных участках работы, способные заменить человека, облегчить и сделать безопасным физический труд. Такими универсальными автоматами являются роботы и РТУ.

Роботы и РТУ могут применяться в лесном комплексе как в промышленной, так и в непромышленной среде. В первом случае принято говорить о промышленных роботах, во втором – о сервисных роботах. Среди промышленных роботов традиционным является применение манипуляторов для захвата и перемещения объектов заготовки и переработки леса. Манипулятор может управляться: 1) оператором, 2) программируемым электронным контроллером или 3) логической системой. Относительная простота конструкции и систем управления манипуляторами, возможность встраивания пульта обучения позволяют прогнозировать дальнейшее их применение в тяжёлых условиях производства с целью повышения производительности, экономичности и безопасности труда. Конструктивным преимуществом манипуляторов является их высокая реконфигурируемость.

В то же время ограниченная автономность манипуляторов, требующая вмешательства человека и постоянного контроля в процессе эксплуатации, снижает их применимость в условиях дефицита трудовых ресурсов. Конструктивные изменения манипуляторов не решают проблемы постоянного присутствия человека-оператора в процессе их эксплуатации. Требуется совершенствование системы управления, включая проектирование системы восприятия внешней среды и оценки текущего состояния. Не решает данной проблемы и перепрограммируемость манипуляторов, так как в этом случае требуется присутствие на рабочих местах квалифицированных операторов-программистов.

Робот-неманипулятор в сравнении с манипулятором обладает большей подвижностью, автономностью и мобильностью. В этом состоит его основное преимущество перед манипулятором. Но, как следствие, система управления робота-неманипулятора и программа его работы становятся более сложными. С одной стороны, интерфейс его системы управления

должен быть простым и доступным для пользователя, с другой – он становится существенно более сложным и трудоёмким при проектировании. Следует констатировать, что система управления механической конструкцией робота существенно усложняется и становится более дорогостоящей с увеличением подвижности, автономности и мобильности.

РТУ уступает роботу в подвижности, автономности и мобильности, поэтому занимает промежуточное положение между манипулятором и роботом-неманипулятором по сложности проектирования и стоимости изготовления. Следовательно, экзоскелеты и другие устройства, облегчающие физический труд человека и управляемые дистанционно, должны найти широкое применение в лесозаготовительном и лесовосстановительном технологических процессах.

В непромышленной среде должны получить распространение сервисные роботы, не являющиеся элементами промышленной автоматизации и не предназначенные для использования в составе производственных линий. Например, сервисные роботы по техническому обслуживанию лесозаготовительного, деревообрабатывающего оборудования и машин; персональные сервисные роботы, используемые в некоммерческих целях непрофессионалами (домашние роботы, обслуживающие лесозаготовительное, деревообрабатывающее оборудование).

Профессиональные сервисные роботы, используемые в коммерческих и профессиональных целях, управляемые оператором, обладающие более сложной системой управления и механической конструкцией, могут применяться в лесовосстановлении, в погрузочно-разгрузочных работах, в доставке инструментов и технологического оборудования в труднодоступные районы леса, при пожаротушении, в чрезвычайных ситуациях.

Учитывая большие площади лесных массивов, охватываемые при лесозаготовительных работах, широкое применение в лесном комплексе должны найти мобильные роботы, передвигающиеся под своим собственным управлением. Такой робот может представлять мобильную грузовую платформу с манипуляторами для проведения лесозаготовки в труднодоступных лесных районах.

Для повышения производительности труда в лесной отрасли является целесообразным решением увеличение концентрации роботов в местах их применения. Поэтому перспективным направлением применения роботов может стать применение РБК, включающих нескольких роботов, их рабочие органы и технологическое оборудование, согласованное для применения с роботами. Дальнейшее развитие концентрации производства должно привести к усилению специализации роботов и созданию высокопроизводительных промышленных РБК [2]. При этом необходимо предусматривать дополнительное повышение квалификации операторов, контролирующих выполнение технологических операций РБК.

Последующая кооперация роботов может привести к созданию промышленных роботизированных ячеек и линий в защищённых пространствах. Сложной задачей является разработка программного обеспечения промышленных РБК, которое должно обеспечивать интеграцию и согласованность обмена информацией и действиями нескольких роботов между собой для их совместного функционирования, а также роботов и взаимодействующих с ними людей в ходе выполнения сложных технологических процессов. Например, интеграция при погрузке заготовленного леса на транспортные средства при нахождении людей в зоне работы роботов.

Не менее сложной задачей программирования взаимодействия человек – робот является обеспечение безопасности сервисных коллаборативных роботов, которые непосредственно обмениваются с людьми информацией и действиями для выполнения заданий с помощью пользовательского интерфейса (голосовых, визуальных и тактильных средств), взаимодействуют в заданном рабочем пространстве с получателями полезного результата работы. Например, обеспечение безопасности домашних сервисных коллаборативных роботов по обслуживанию лесозаготовительного, деревообрабатывающего оборудования.

Необходимо отметить важность с точки зрения безопасности и точности позиционирования процесса установки роботов на предназначенных для них местах при их использовании. Безопасная и точная установка роботов, не обладающих высокой автономностью, требует подготовительной расчётной, навигационной работы, при необходимости – добавления инфраструктурных элементов. Например, выбор горизонтальной рабочей площадки, определение координат месторасположения робота и других объектов (согласованных и не согласованных с роботом) на этой площадке, размещение источников питания (подзарядки) роботов и пр.

Ввод в эксплуатацию робототехнического комплекса после установки требует осуществления процессов наладки, проверки роботов и верификации их функций как сложных технических систем. Поэтому в управлении роботами на этапе начала эксплуатации должен принимать участие не только оператор, но и программист. Оператор должен быть высококвалифицированным специалистом, обладающим соответствующими компетенциями в области программирования.

Лес, как рабочая среда для лесного робота, требует от него высокой адаптивности, т.е. способности воспринимать и изменять внешнюю среду и (или) изменяться самому в соответствии со средой. Поэтому в лесной отрасли должны найти широкое применение промышленные роботы с техническим зрением для взятия и размещения неориентированных объектов заготовки, переработки леса на транспортных средствах, а также мобильные роботы, способные избегать столкновений с препятствиями, шагающие роботы, перемещающиеся по неровной поверхности.

Библиографический список

1. Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019. – URL: http://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/pdf/sberbank_robotics_review_2019_17.07.2019_m.pdf (дата обращения: 06.09.2020).
2. Лозовецкий В. В., Комаров Е. Г. Робототехнические комплексы – средства автоматизации технологических процессов и производств лесной промышленности: учебник / под ред. В. В. Лозовецкого. – СПб: Лань, 2020. – 568 с.
3. Побединский В. В., Кручинин И. Н., Побединский А. А. Интеллектуальная система определения диэлектрической проницаемости лесной среды при радиочастотном мониторинге // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20. – № 6–2 (86). – С. 383–390
4. ГОСТ Р 60.0.0.4-2019/ИСО 8373:2012. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения. – URL: <http://docs.cntd.ru>
5. ISO 8373:2012/Роботы и робототехнические устройства. Словарь. – ISO 8373:2012. Robots and robotic devices. Vocabulary, IDT. – URL: <http://docs.cntd.ru>

УДК 630*3:51-7

К. Д. Жук, Ф. В. Свойкин, С. А. Угрюмов
(K. D. Zhuk, F. V. Svoikin, S. A. Ugryumov)
СПбГЛТУ имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург
(SPbSFTU, Saint-Petersburg)

**К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЛЕСОЗАГОТОВОК ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ
ЛЕСНЫХ МАШИН**

(ON THE ISSUE OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF LOGGING BY
IMPROVING THE INFORMATION SYSTEMS OF MULTI-OPERATIONAL
FOREST MACHINES)

Рассмотрен принцип использования программных комплексов и программного обеспечения многооперационных лесных машин для оперативного статистического контроля объема и размерно-качественных параметров заготавливаемой древесины, а также регулирования технологических параметров работы лесозаготовительного оборудования, повышения объемов и качества заготавливаемой древесины.